

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Mai 2004 (27.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/044933 A1**(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01F 41/12**,  
27/32(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ABB TECHNOLOGY AG** [CH/CH]; Affolternstr.  
44, CH-8050 Zürich (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011966

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. Oktober 2003 (29.10.2003)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRÜTTNER, Chris-  
tian** [DE/DE]; Wagenfeldstr. 18, 59597 Erwitte (DE).  
**HOFFMANN, Roland** [DE/DE]; Bontkirchenerstr. 36,  
59929 Brilon (DE). **WEBER, Benjamin** [DE/DE]; En-  
nertstr. 16, 59955 Wittenberg (DE). **ZILLMANN, Karl**  
[DE/DE]; An der Diemel 4, 34431 Marsberg (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

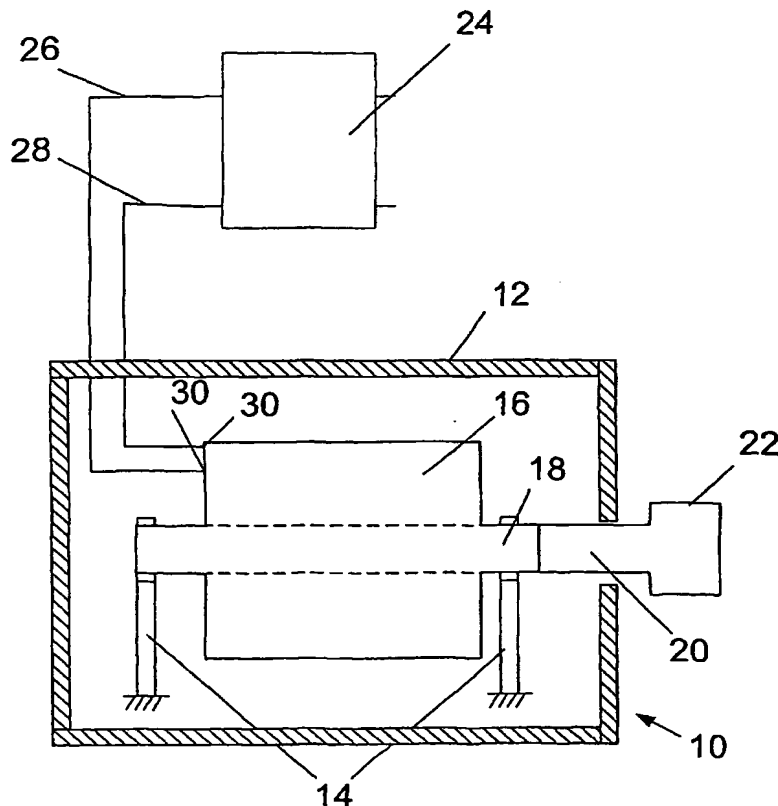
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 52 435.1 12. November 2002 (12.11.2002) DE(74) Anwälte: **MILLER, Toivo** usw.; ABB Patent GmbH,  
Wallstadter Str. 59, 68526 Ladenburg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR HARDENING COILS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR AUSHÄRTUNG VON SPULEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for hardening coils (16), which have been manufactured during a winding method, during which a coil (16) is firstly placed inside an oven (12) for hardening. The coil (16) is heated to a predeterminable temperature and is rotated about its longitudinal axis (32) in order to prevent resin from dripping off. The conductor(s) of the coil (16) is/are flown through by current, particularly direct current, and are heated thereby. The invention also relates to a device for hardening coils (16) with which the inventive method can be carried out.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aushärtung von Spulen (16), die in einem Wickelverfahren gefertigt wurden, wobei eine Spule (16) zur Aushärtung zunächst in einem Ofen (12) angeordnet wird. Die Spule (16) wird auf eine vorgebbare Temperatur aufgeheizt und zur Vermeidung des Abtropfens von Harz um ihre Längsachse (32) gedreht. Der oder die Leiter der Spule (16) wird beziehungsweise werden von

Strom, insbesondere

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): PL, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

## Verfahren und Anordnung zur Aushärtung von Spulen

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aushärtung von Spulen, die in einem Wickelverfahren gefertigt wurden, wobei eine Spule zur Aushärtung in einem Ofen angeordnet wird, wobei die Spule auf eine vorgebbare Temperatur aufgeheizt wird, und wobei die Spule zur Vermeidung des Abtropfens von Harz um ihre Längsachse gedreht wird. Zudem betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Aushärtung von Spulen.

Allgemein bekannte Verfahren zur Aushärtung von Spulen sehen die folgenden Verfahrensschritte vor. Zunächst wird eine Spule für den Aushärtungsprozess vorbereitet, in dem beispielsweise um einen Spulenkern ein vorisolierter Leiter gewickelt wird. Dabei kann die Wicklung auch in mehreren Lagen erfolgen und gegebenenfalls Zwischenlagen aus Isoliermaterial oder auch eine Abschlusswicklung ausschließlich aus Isoliermaterial erhalten. Sobald die Spule soweit gefertigt wurde, wird sie zur Aushärtung in einen Ofen verbracht.

Ein Teil der aufgetragenen Isolierstoffe ist das sogenannte Isolierharz, oder ähnliche Stoffe, die infolge als Harz oder Reaktionsharz bezeichnet werden sollen. Ein heute übliches Reaktionsharz hat mehrere Bestandteile oder Grundstoffe, die als Harzmischung während des Fertigungsprozesses auf die Spule aufgebracht werden. Bereits die Harzmischung ist mehr oder weniger zähfließend. Durch den Aushärtungsprozess für das Harz, der üblicherweise durch die Aufwärmung der Spule in einem Ofen beginnt, um die Reaktionszeit zu verkürzen, wird die Viskosität des Harzes zunächst verringert, das Harz also dünnflüssiger und somit die Neigung zum Abtropfen von der Spule erhöht. Aber bereits im zähflüssigen Zustand des Isolierharzes besteht die Gefahr, dass dieses von der Spule abtropft. Um dies zu verhindern, ist es seither üblich, die Spule bereits mit dem Einbringen der Spule in den Ofen kontinuierlich mit einer Drehvorrichtung um ihre Längsachse zu drehen.

Dieser Vorgang dauert bei üblichen Isolierharzen, insbesondere bei den genannten Reaktionsharzen, bis dessen Grundstoffe beschleunigt durch erhöhte Temperaturen chemisch vernetzt sind und das Harz einen verfestigten Endzustand erreicht hat. Nachteilig dabei ist es, dass der Vorgang des Aushärtens vergleichsweise lange Zeit in Anspruch nimmt zum Beispiel 24 Stunden und mehr. Schließlich benötigt der zur Aushärtung eingesetzte Ofen eine bestimmte Zeit um die gesamte Spule gleichmäßig auf die vorgegebene Prozesstemperatur zu erwärmen. Anschließend beginnt dann erst der eigentliche Aushärtungsvorgang.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Anordnung zur Aushärtung von Spulen anzugeben, bei dem beziehungsweise bei der die Prozesszeiten zur Aushärtung einer Spule verkürzt sind.

Diese Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren zur Aushärtung von Spulen mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen.

Demnach ist es bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass der oder die Leiter der Spule von Strom, insbesondere von Gleichstrom, durchflossen und hierdurch beheizt wird beziehungsweise werden.

Die Spule wird also in vorteilhafter Weise nunmehr durch ihren eigenen Leiter oder durch ihre eigenen Leiter beheizt. Das heißt, dass die Spule im Vergleich zu dem seither üblichen Verfahren besonders schnell auf die vorgebbare Temperatur, also die Prozesstemperatur des Aushärtungsvorganges, aufgeheizt wird. Gerade dieser Zeitanteil des Aushärtvorgangs hat seither einen besonders großen Zeitanteil an dem Gesamtverfahren eingenommen, insbesondere weil die Erwärmung der Spule durch den sie umgebenden Ofen ausschließlich über die Spulenoberfläche eingebracht werden konnte und derart die Vergleichmäßigung des Temperaturprofils bis zum Erreichen der Prozesstemperatur insbesondere im Spuleninneren vergleichsweise lange dauerte.

Erfindungsgemäß wird nun die Spule, sozusagen von innen, durch den spuleneigenen Stromleiter auf die Prozesstemperatur erwärmt. Hierzu wird der Leiter von Strom

durchflossen, wobei sich Gleichstrom in besonders vorteilhafter Weise für diesen Vorgang eignet. Der Leiter wird also sozusagen als Heizleiter zur Erwärmung der Spule eingesetzt und kann auf diese Weise vergleichsweise schnell das erforderliche Temperaturprofil erreichen. Somit ist auch insgesamt die Verfahrenszeit zur Aushärtung von Spulen in vorteilhafterweise verkürzt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Spule in einer vorgebbaren Abfolge an Drehbewegungen um ihre Längsachse hin und her gedreht wird. Zunächst ist festzuhalten, dass das erfindungsgemäße Verfahren ohne weiteres mit dem seither üblichen kontinuierlichen Drehen um die Längsachse der Spule durchführbar ist. Auf den hierfür erforderlichen technischen Aufwand bei einer Anordnung zur Aushärtung von Spulen soll später eingegangen werden.

Es hat sich jedoch herausgestellt, dass es vorteilhaft ist, wenn sich die Drehbewegung der Spule von Zeit zu Zeit umkehrt. Auf diese Weise kann die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens in vorteilhafter Weise vereinfacht werden. Eine erfindungsgemäße Ausgestaltung einer derartigen Vorrichtung wird nachfolgend angegeben und noch näher beschrieben.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes sieht vor, dass die Spule bei einer Drehbewegung in einer Richtung um die Längsachse bis zu ihrem Umkehrpunkt des nächstfolgenden Richtungswechsels einen Winkel ungleich  $360^\circ$  beziehungsweise ungleich ein ganzzahliges Vielfaches davon gedreht wird. Das heißt, dass die jeweiligen Umkehrpunkte beim Richtungswechsel räumlich gesehen nicht jeweils an der selben Stelle stattfinden, sondern jeweils leicht versetzt, nämlich um einen bestimmten Winkelbetrag versetzt, erfolgen. Auf diese Weise ist eine sogenannte Nasen- oder gar Tropfenbildung des erwärmten und somit dünnflüssigen Harzes, insbesondere an den Stellen der Umkehrpunkte, vermieden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch in der nachfolgend beschriebenen Weise auf vorteilhafte Weise ausgestaltet sein. Nach einer bestimmten Anzahl von Hin- und Herdrehungen, bei der ein von  $360^\circ$  verschiedener Drehwinkel gewählt wurde, wandert der Umkehrpunkt entsprechend dem gewählten Drehwinkel immer weiter im Vergleich zu seiner ursprünglichen Position aus. Aus bestimmten Gründen, beispielsweise aufgrund der Stromzuführung mit Kabeln kann dieser Effekt unerwünscht sein. Um diesem

Nachteil entgegenzuwirken, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine bestimmte Anzahl von Hin- und Herbewegungen und dem daraus folgenden, eben beschriebenen Auswandern der Umkehrpunkte die nachfolgenden Umkehrpunkte jeweils um die Winkeldifferenz, nämlich dem Winkel abzüglich  $360^\circ$  beziehungsweise ein ganzzahliges Vielfaches davon, in entgegengesetzter Richtung des Auswanderns verändert wird. Dieses Auswanderns des Umkehrpunktes in die jetzt entgegen der ursprünglichen Richtung gerichtete Richtung kann solange fortgeführt werden, bis wiederum die bestimmte Anzahl von Hin- und Herbewegungen erreicht ist, also sozusagen das Auswandern in die jetzt entgegengesetzte Auswanderungsrichtung wiederum ihr Maximum erreicht hat.

Des weiteren wird die Aufgabe durch eine Anordnung zur Aushärtung von Spulen mit den in Anspruch 8 genannten Merkmalen gelöst.

Dabei betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Aushärtung von Spulen, die im Wickelverfahren gefertigt wurden, mit einem Ofen, mit einer Drehvorrichtung zur Aufnahme und zum Drehen einer in der Drehvorrichtung angeordneten Spule, mit einer Heizvorrichtung zum Beheizen der Spule und mit einer Steuerungsvorrichtung. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass der oder die Leiter der Spule Stromdurchflossen ist beziehungsweise sind und derart wenigstens ein Beitrag zur Beheizung der Spule erfolgt.

Das heißt, dass der oder die Leiter der Spule durch den Stromfluss durch diese hindurch als Heizelement benutzt wird. Derart wird die Spule sozusagen von Innen heraus beheizt im Unterschied zu der seitherigen Beheizung durch den Ofen selbst von außen über die Spulenoberfläche. Es ist auch innerhalb des Erfindungsgedanken, dass der Ofen den Aushärtungsprozess unterstützend, wie seither beheizbar ist. Vorteilhaft bei der erfindungsgemäßen Anordnung ist es zudem; dass der Leiter der Spule mit demjenigen Isolationsmaterial umgeben ist welches zur Aushärtung vorgesehen ist. Das heißt, dass überall dort, wo sich der Leiter befindet und somit ein Bereich in dem die Erwärmung durch den Leiter erfolgt, auch Isolationsmaterial zur Aushärtung angeordnet ist. Auf diese Weise kann in vergleichsweise kurzer Zeit eine gleichmäßige erforderliche Prozesstemperatur für den Aushärtungsprozess erreicht werden.

Diese sogenannte Aufwärmphase benötigt auch im Vergleich zur gesamten Zeitdauer der Aushärtung eine vergleichsweise lange Zeit. Mit der Verkürzung insbesondere dieser Phase, nämlich der Aufwärmspanne, ist auch die Gesamtdauer des Aushärtvorganges in vorteilhafterweise verkürzt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes ist es vorgesehen, dass die Drehvorrichtung einen Schleifring aufweist, mittels dem Strom von der Heizvorrichtung zur Spule übertragbar ist. Mit der Erwärmung der Spule, insbesondere des Leiters und der zugehörigen Isolierung, wird auch das Isolierharz als Teil der Isolierung erwärmt und somit erweicht.

Um der Gefahr des Abtropfens von Isolierharz zu vermeiden, ist es vorgesehen, dass die Spule in ihrer Drehvorrichtung gedreht wird. Der erfindungsgemäß vorgesehene Schleifring gewährleistet, dass auch während der Drehbewegung der Drehvorrichtung die Spule beziehungsweise der Leiter der Spule, mit dem erforderlichen Strom versorgt werden kann.

Eine erfindungsgemäß vorgesehene Alternative zum Schleifring besteht darin, dass die Spule mittels Kabeln mit der Heizvorrichtung verbunden ist. Das heißt, dass die Anordnung zur Aushärtung von Spulen vereinfacht ist. Ein vergleichsweise teurer und technisch aufwendiger Schleifring kann nämlich ersatzlos entfallen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung, bei der die Spule mittels Kabel mit der Heizvorrichtung verbunden ist, sieht vor, dass die Spule mit der Drehvorrichtung um ihre Längsachse hin- und herdrehbar ist.

Hierbei ist es vorteilhaft, dass die prinzipielle Beschränkung, die durch die Verbindung der Spule mit der Heizvorrichtung mittels Kabel, vorhanden ist, dadurch vermieden ist, dass die Spule um ihre Längsachse hin- und herdrehbar ist. Dabei kann die Hinbeziehungsweise die Herdrehung der Spule bis zur maximalen Länge des Kabels, welches die Spule mit der Heizvorrichtung verbindet, ausgenützt werden. Auf diese Weise ist es ermöglicht, dass trotz der Einschränkungen durch das Kabel bei der Drehbarkeit der Spule ein Abtropfen von Isolierharz verhindert werden kann.

Zur Steuerung der Drehbewegungen der Spule ist eine Steuerungseinrichtung vorgesehen. Hier kann es vorteilhaft sein, wenn die Umkehrpunkte von der Hin- in die Herdrehung oder umgekehrt nach einem zuvor festgelegten Muster oder nach einer Abfolge vom Drehbewegungen erfolgt. Es ist aber auch innerhalb des Erfindungsgedankens, wenn die Steuerungseinrichtung dafür vorgesehen ist, dass die Umschaltung der Drehbewegung von einer Hin- in eine Herbewegung oder umgekehrt durch Grenzwertgeber, beispielsweise einen Endschalter, erfolgt. Zudem ist es auch vorteilhaft, wenn die Steuerungseinrichtung in der Steuerungsvorrichtung enthalten ist. Dann kann sozusagen die Steuerungseinrichtung als separate Komponente entfallen und die erfindungsgemäße Anordnung ist in vorteilhafterweise vereinfacht.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

Anhand den in den Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispielen sollen die Erfindung, ihre Vorteile sowie weitere Verbesserungen der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

- Fig. 1                      Ein Beispiel einer Anordnung zur Aushärtung von Spulen,  
Fig. 2                      eine erste Skizze einer Abfolge von Hin- und Herbewegungen und  
Fig. 3                      eine zweite Skizze einer Abfolge von Hin- und Herbewegungen.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel einer ersten erfindungsgemäßen Anordnung 10 mit einem Ofen 12, in dem ein Gestell 14 angeordnet ist und das zur Aufnahme von Spulen dient, die ausgehärtet werden sollen. Eine erste Spule 16 ist in dem Gestell 14 angeordnet und dort frei drehbar gelagert. Ein Wellenende 18 der Spule 16 ist mit einer Antriebswelle 20 einer Drehvorrichtung 22 verbunden. Der nicht näher dargestellte Antrieb der Drehvorrichtung 22 ist in dem gewählten Beispiel außerhalb des Ofens 12 angeordnet und nur die Antriebswelle 20 greift an einer Stelle einer Wand des Ofens 12 durch diese durch.

Des weiteren ist eine Steuerungsvorrichtung 24 gezeigt, die ebenfalls außerhalb des Ofens angeordnet ist und mittels eines ersten 26 und eines zweiten Verbindungskabels



28 mit zwei Anschlussstellen 30 an der ersten Spule 16 mit der nicht näher dargestellten Leiterwicklung der ersten Spule 16 verbunden ist.

In dem gewählten Beispiel hat der Ofen 12 keine separate Vorrichtung zum Beheizen des Ofens. Darüber hinaus soll auch die Steuerungseinrichtung, die zur Steuerung der Drehvorrichtung, also der Drehbewegungen der Antriebswelle 20, in der Drehvorrichtung 22 integriert sein, ist in dieser Figur also nicht als eigene Komponente dargestellt. Es ist jedoch ohne weiteres denkbar und innerhalb des Erfindungsgedankens, dass die Steuerungseinrichtung der Drehvorrichtung 22 so ausgelegt ist, dass sie die Funktionen der Steuerungsvorrichtung 24 mit übernimmt oder umgekehrt, dass die Steuerungsvorrichtung 24 derartig ausgelegt ist, dass die Drehvorrichtung 22 mit ansteuern kann.

In dem Beispiel läuft das erfindungsgemäße Verfahren zur Aushärtung wie folgt ab. Zunächst wird die erste Spule 16 zur Aushärtung in den Ofen 12 verbracht. Das Wellenende 18 wird mit der Antriebswelle 20 verbunden und das erste 26 beziehungsweise das zweite Verbindungskabel 28 wird jeweils an eine der Anschlussstellen 30 angeschlossen. Mit dem Start des Aushärtungsvorgangs schaltet die Steuerungsvorrichtung 24 Strom auf die Verbindungskabel 26, 28 durch, so dass der Leiter der Spule von Strom durchflossen wird und sich derart erwärmt. In einer ersten Phase des Aushärtungsvorganges wird die gesamte Spule durch den Aufheizvorgang im Leiter vergleichsweise schnell auf eine vorgebbare Aushärtungstemperatur erwärmt. Der Leiter ist üblicherweise wendelförmig um einen Spulenkern gewickelt. Durch diese Anordnung wird der Erwärmungsprozess, insbesondere die Vergleichmäßigung des Erwärmungsprozesses, in günstiger Weise unterstützt.

Ab dem Zeitpunkt, bei dem die Erweichungstemperatur eines Isolierharzes um den Leiter erreicht ist, beginnt die Drehvorrichtung 22 die erste Spule 16 um ihre Längsachse zu drehen. Der Drehvorgang kann aber auch bereits zu einem früheren Zeitpunkt gestartet werden, insbesondere dann, wenn die auszuhärtende Isolierhartmischung vergleichsweise dünnflüssig ist, wird der Drehvorgang gegebenenfalls bereits mit dem Auftragen der Isolierharzmischung gestartet. In diesem Fall ist die eingangs genannten Montagefolge entsprechend anzupassen.

Im gewählten Beispiel ist der Leiter der ersten Spule 16 mit den Verbindungskabeln 26, 28, ohne Zwischenschaltung eines Schleifringes, direkt mit der Steuerungsvorrichtung 24 verbunden. In diesem Fall wird die Drehvorrichtung so eingestellt, dass die Drehbewegung nicht nur um die Längsachse in einer Richtung erfolgt, sondern dass die erste Spule 16 um ihre Längsachse hin- und herdreht. Dieses Hin- und Herdrehen soll in den Figuren 2 und 3 näher erläutert werden.

Fig. 2 zeigt die erste Spule 16 in einer Draufsicht auf ihre Längsachse 32. Zur Veranschaulichung ist ein kartesisches Koordinatensystem 34 mit einer X-Achse 36 und mit einer Y-Achse 38 gezeigt, wobei der Ursprung des Koordinatensystems 34 in dieser Ansicht mit der Längsachse die sich wiederum in dieser Ansicht nur als Punkt darstellt, zusammenfällt.

Die Ausgangsstellung der ersten Spule 16, die beispielsweise durch die Lage der Anschlussstellen 30 definiert sein kann, soll in dem gewählten Beispiel auf der Y-Achse liegen. Die erste Bewegung der ersten Spule 16 soll entgegen des Uhrzeigersinns vorgenommen werden und ist durch die erste Bewegungsbahn 40 gezeigt. Die erste Bewegungsbahn 40 beschreibt einen Winkel, in diesem Beispiel von circa  $370^\circ$ , das heißt, dass die Anschlussstellen 30 nach durchlaufen eines Vollkreises leicht über ihre Ursprungslage sozusagen überschwingen, bis zu einem ersten Umkehrpunkt 42, der um den Winkel Alpha, hier  $10^\circ$ , im Uhrzeigersinn, also in positiver Drehrichtung, von der Ausgangslage verdreht ist. Mit Erreichen des ersten Umkehrpunktes 42 schaltet die Drehvorrichtung 22 die Drehrichtung von einer Hin- in eine im Uhrzeigersinn verlaufende Herdrehung um und die erste Spule 16 bewegt sich nun in die entgegengesetzte Drehrichtung. Dies ist durch die Darstellung der zweiten Bewegungsbahn 44 veranschaulicht. Die Herbewegung dauert nun so lange an, bis die Stelle des ersten Umkehrpunktes 42 wieder erreicht wird. Das heißt, dass die zweite Bewegungsbahn 44 einen Vollkreis, also  $360^\circ$ , beschreibt. Nun dreht sich die Richtung der Drehbewegung wiederum um, so dass in der Folge eine Bewegung entsprechend einer dritten Bewegungsbahn 46 gezeigt ist, die ausgehend vom ersten Umkehrpunkt 42 wiederum  $370^\circ$  beschreibt, bis sie einen zweiten Umkehrpunkt 48 erreicht, der entsprechend einen Winkel von zwei mal Alpha, also hier  $20^\circ$ , von der Y-Achse verdreht dargestellt ist. Nach einer weiteren Umkehr der Drehrichtung zeigt eine vierte Bewegungsbahn 50 eine vom beschriebenen Winkel her gesehen der zweiten Bewegungsbahn 44 entsprechende

Bewegung, nämlich wiederum einen Vollkreis, bis wiederum der zweite Umkehrpunkt 48 erreicht ist. Schließlich erreicht die erste Spule 16 einen dritten Umkehrpunkt 54, in dem sie entsprechend einer fünften Bewegungsbahn 52 entgegen den Uhrzeigersinn wiederum um  $370^\circ$  verdreht wird. Der dritte Umkehrpunkt 54 ist demgemäß um  $30^\circ$  gegenüber der Y-Achse verdreht.

In dem gewählten Beispiel soll der dritte Umkehrpunkt 54 die maximal zulässige Verdrehung der Umkehrpunkte, hier also um maximal  $30^\circ$  gegenüber der Y-Achse, darstellen. Ist dieser Punkt erreicht, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Verdrehung, die in diesem Fall entgegen dem Uhrzeigersinn begonnen hat, nunmehr in die entgegengesetzte Richtung erfolgen soll, dass Auswandern der Umkehrpunkte also im Uhrzeigersinn erfolgt. Dies ist in der nächsten Figur näher beschrieben.

Fig. 3 zeigt also das Auswandern von Umkehrpunkten in Richtung des Uhrzeigersinns anhand eines Beispiels, bei dem die Ausgangslage der ersten Spule 16 wiederum die neutrale Lage, beispielsweise der Anschlussstellen 30 auf der X-Achse ist. Es ist jedoch ohne weiteres vorstellbar, dass das nachfolgend beschriebene Auswandern in Uhrzeigerrichtung auch ausgehend vom dritten Umkehrpunkt 54 erfolgen kann.

Im Beispiel gemäß Fig. 3 sind, wie auch in der vorstehenden beschriebenen Fig. 2, fünf Bewegungsbahnen 56 gezeigt, wobei die zuerst ausgeführte Bewegung der Spule, hier dargestellt durch die am weitesten radial innen liegende Bewegungsbahn 56, in Drehrichtung des Uhrzeigersinns erfolgt und einen Winkel von  $370^\circ$  umfasst bis ein vierter Umkehrpunkt 58 erreicht ist. Nach einer entsprechenden Her- und Hinbewegung der ersten Spule 16 ist entsprechend ein fünfter Umkehrpunkt 60 erreicht und nach einer weiteren Her- und Hindrehbewegung ein sechster Umkehrpunkt 62. Entsprechend dem gewählten Beispiel ist also der sechste Umkehrpunkt 62 um  $30^\circ$  im Drehrichtung des Uhrzeigersinns gegenüber der Y-Achse versetzt gelegen.

Würden die vorgehend beschriebenen Bewegungsbahnen durch die erste Spule 16 sowohl von Fig. 2 als auch von Fig. 3 nacheinander ausgeführt werden, käme die Endlage nach erfolgter Bewegung der Anschlussstellen 30 wiederum auf der Y-Achse zu liegen. Danach könnte dann mit einer Bewegung entsprechend der Fig. 2 oder wahlweise mit einer Bewegung entsprechend der Fig. 3 weiter verfahren werden. Auf

diese Weise ist erreicht, dass die Umkehrpunkte, jeweils räumlich gesehen, nicht mit der gleichen Spulenstellung zusammenfallen und demgemäß das gegebenenfalls dünnflüssig Isolierharz, insbesondere auf der Außenseite der ersten Spule 16 schwerkraftbedingt nicht jeweils an der gleichen Stelle einen Umkehrpunkt findet und demgemäß auch nicht an einer einzelnen Umkehrstelle zur Tropfenbildung neigt.

Auch die folgenden Beispiele, ohne Bezug zu den dargestellten Figuren, zeigen die Vorteilhaftigkeit der Erfindung.

Bereits die Drehung der Spule um ihre Längsachse um jeweils einen fast beliebigen Winkel nach links und den gleichen fast beliebigen Winkel nach rechts, wobei der Winkel insbesondere ungleich  $360^\circ$  oder eines Vielfachen davon ist, für eine beliebige Anzahl von Zyklen, also einer Zyklenzahl größer als 1, führt zu wenigstens zwei unterschiedlich gelegenen Umkehrpunkten. Dies ist eine erste Verbesserung, welche die Tropfenbildung des Isolierharzes vermeidet.

Eine weitere Verbesserung ist erreicht, wenn bei der Drehung nach links einen anderen Winkel verwendet als bei der Drehung nach rechts. Beide Winkel können prinzipiell beliebig gewählt werden. Wird zum Beispiel zunächst  $362^\circ$  nach links und danach  $357^\circ$  nach rechts gedreht, resultiert nach einer Hin- und Herbewegung, also einem Zyklus, einen Differenzwinkel von  $5^\circ$  und somit nach 72 Zyklen dieser Art wird der ursprüngliche Umkehrpunkt wieder erreicht. Anschließend, wahlweise aber auch nach weniger Zyklen, könnte sich die Umkehrung des Prozesses anschließen, also zunächst  $357^\circ$  nach links und anschließend  $262^\circ$  nach rechts gedreht werden, um einen Zyklus zu erhalten.

Der Prozeß des Drehens kann selbstverständlich auch mit der Drehrichtung "rechts" beginnen.

Ein weiterer Vorteil, insbesondere in bezug auf das Anschließen von festen Kabelverbindungen, ergibt sich, wenn bei der Hindrehung ein kleinerer Winkel gewählt wird, als bei der Rückdrehung. Betrachtet man das Beispiel Hinbewegung  $350^\circ$  und Herbewegung  $360^\circ$  für 36 Zyklen und anschließend die Umkehrung für 36 Zyklen stellt man fest, daß sich die Spule absolut zwischen  $-360^\circ$  und  $+360^\circ$  bewegt.

Wählt man für die Hinbewegung  $360^\circ$  und für die Rückbewegung  $350^\circ$  für die gleichen Zyklen bewegt sich die Spule absolut zwischen  $0^\circ$  und  $+720^\circ$ .

Daher ist bei festen Kabelverbindungen die erste Variante vorteilhaft, wobei aber auch die zweite Variante ohne weiteres realisierbar ist..

Bezugszeichenliste

10	erste Anordnung
12	Ofen
14	Gestell
16	erste Spule
18	Wellenende
20	Antriebswelle
22	Drehvorrichtung
24	Steuerungsvorrichtung
26	erstes Verbindungskabel
28	zweites Verbindungskabel
30	Anschlussstellen
32	Längsachse
34	Koordinatensystem
36	X-Achse
38	Y-Achse
40	erste Bewegungsbahn
42	erster Umkehrpunkt
44	zweite Bewegungsbahn
46	dritte Bewegungsbahn
48	zweiter Umkehrpunkt
50	vierte Bewegungsbahn
52	fünfte Bewegungsbahn
54	dritter Umkehrpunkt
56	Bewegungsbahnen
58	vierter Umkehrpunkt
60	fünfter Umkehrpunkt
62	sechster Umkehrpunkt

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Aushärtung von Spulen (16), die in einem Wickelverfahren gefertigt wurden, wobei eine Spule (16) zur Aushärtung in einem Ofen (12) angeordnet wird, wobei die Spule (16) auf eine vorgebbare Temperatur aufgeheizt wird, und wobei die Spule (16) zur Vermeidung des Abtropfens von Harz um ihre Längsachse (32) gedreht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Leiter der Spule (16) von Strom, insbesondere von Gleichstrom, durchflossen und hierdurch beheizt wird beziehungsweise werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (16) in einer vorgebbaren Abfolge von Drehbewegungen um ihre Längsachse (32) hin- und hergedreht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgebbare Temperatur durch eine Steuerungsvorrichtung (24) entsprechend einem zuvor gewählten Temperaturverlauf verändert wird.

4. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (16) bei einer Drehbewegung in einer Richtung um die Längsachse (32) bis zu ihrem Umkehrpunkt (42, 48, 54, 58, 60, 62) des nächstfolgenden Richtungswechsels einen Winkel ungleich  $360^\circ$  beziehungsweise ungleich ein ganzzahliges Vielfaches davon gedreht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (16) in einer Gegendrehung nach dem erfolgten nächsten Richtungswechsel bis zum darauffolgenden weiteren Umkehrpunkt (42, 48, 54, 58, 60, 62) einen Winkelbetrag von  $360^\circ$  beziehungsweise ein ganzzahliges Vielfaches davon gedreht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer vorher bestimmten Anzahl von Hin- und Herdrehungen der Winkel einmalig um die

doppelte Winkeldifferenz, nämlich der Winkel abzüglich  $360^\circ$  beziehungsweise ein ganzzahliges Vielfaches davon, verändert wird, so dass der nachfolgende Umkehrpunkt um eine Winkeldifferenz auf der entgegengesetzt liegenden Seite einer  $360^\circ$  Stelle liegen als zuvor.

7. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hin- und Herbewegung nach Erreichen eines bestimmten Abbruchkriteriums, insbesondere nach einer bestimmten Zeit, aufgrund eines bestimmten Härtegrades der Isolierung oder aufgrund des Erreichens eines bestimmten Kennwertes eines Stoffes, beendet wird.

8. Anordnung zur Aushärtung von Spulen (16), die im Wickelverfahren gefertigt wurden, mit einem Ofen (12) zur Aufnahme der Spule (16), mit einer Drehvorrichtung (22) zur Aufnahme und zum Drehen einer in der Drehvorrichtung (22) angeordneten Spule (16), mit einer Heizvorrichtung zum Beheizen der Spule (16) und mit einer Steuerungsvorrichtung (24) zur Steuerung der Heiz- und gegebenenfalls der Drehvorgänge, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Leiter der Spule (16) mit der Heizvorrichtung verbunden ist beziehungsweise sind, und dass der oder die Leiter zur Beheizung der Spule (16) stromdurchflossen ist beziehungsweise sind.

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehvorrichtung (22) einen Schleifring aufweist, mittels dem Strom von der Heizvorrichtung zu der Spule (16) übertragbar ist.

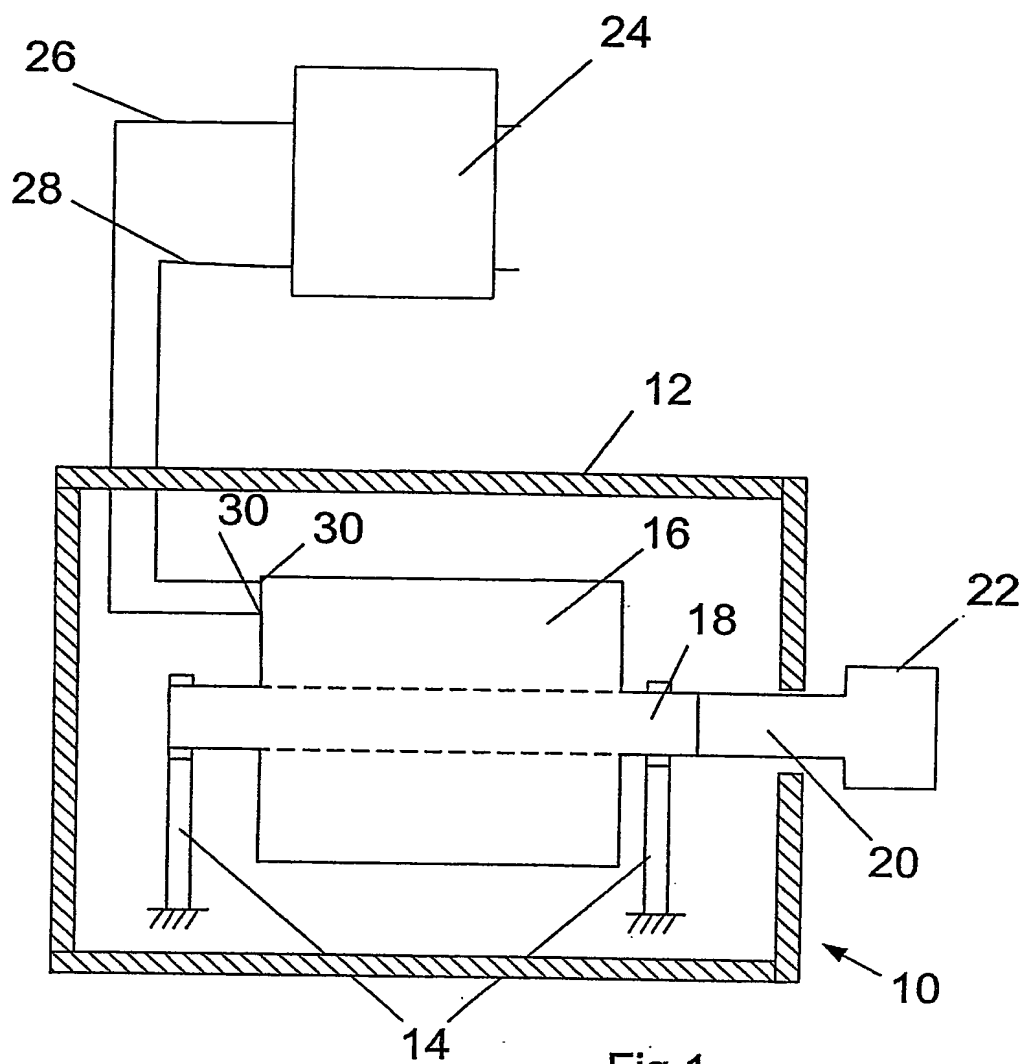
10. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (16) mittels Kabeln (26) mit der Heizvorrichtung verbunden ist.

11. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (16) mit der Drehvorrichtung (22) um die Längsachse (32) hin- und herdrehbar ist.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerungseinrichtung (24) vorgesehen ist, mittels der insbesondere die Drehbewegungen der Spule (16) steuerbar sind.



13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung in der Steuerungsvorrichtung (24) einhalten ist.



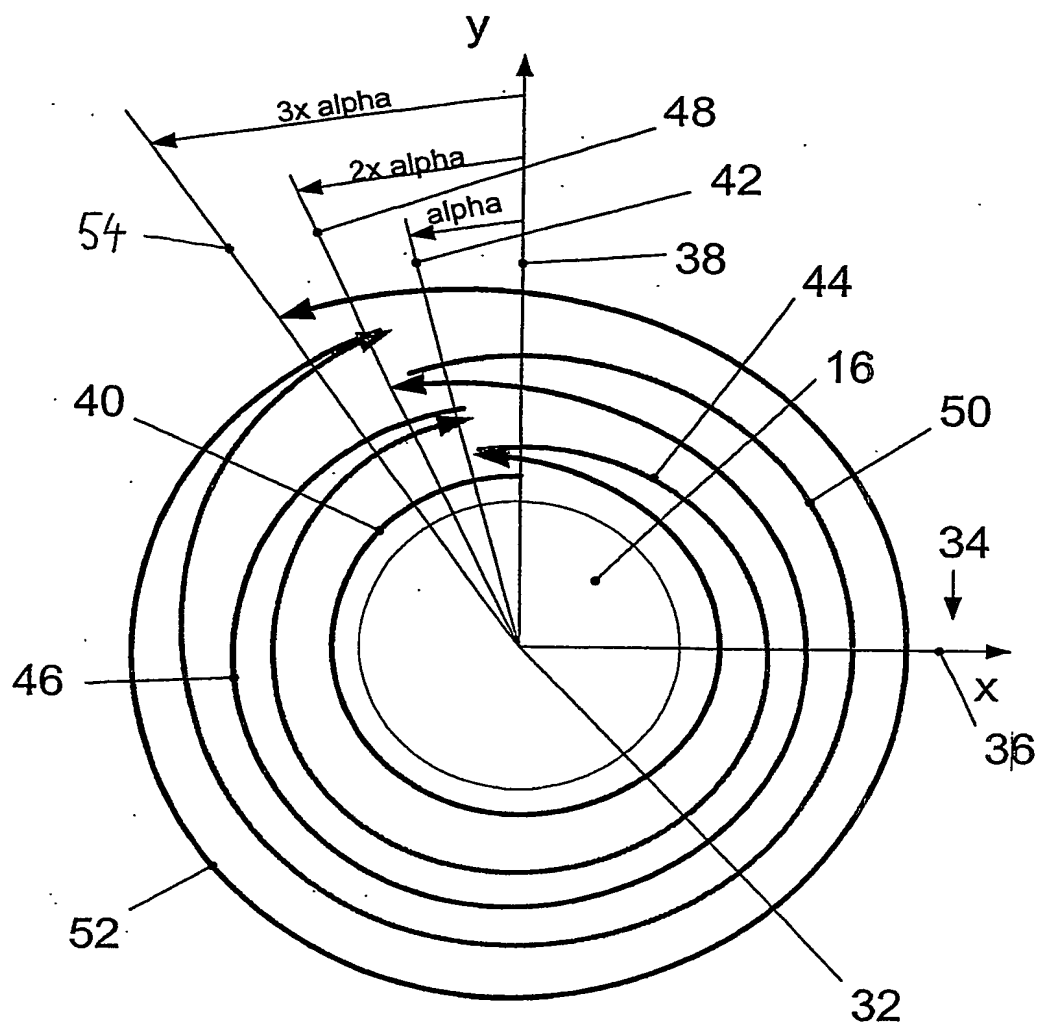
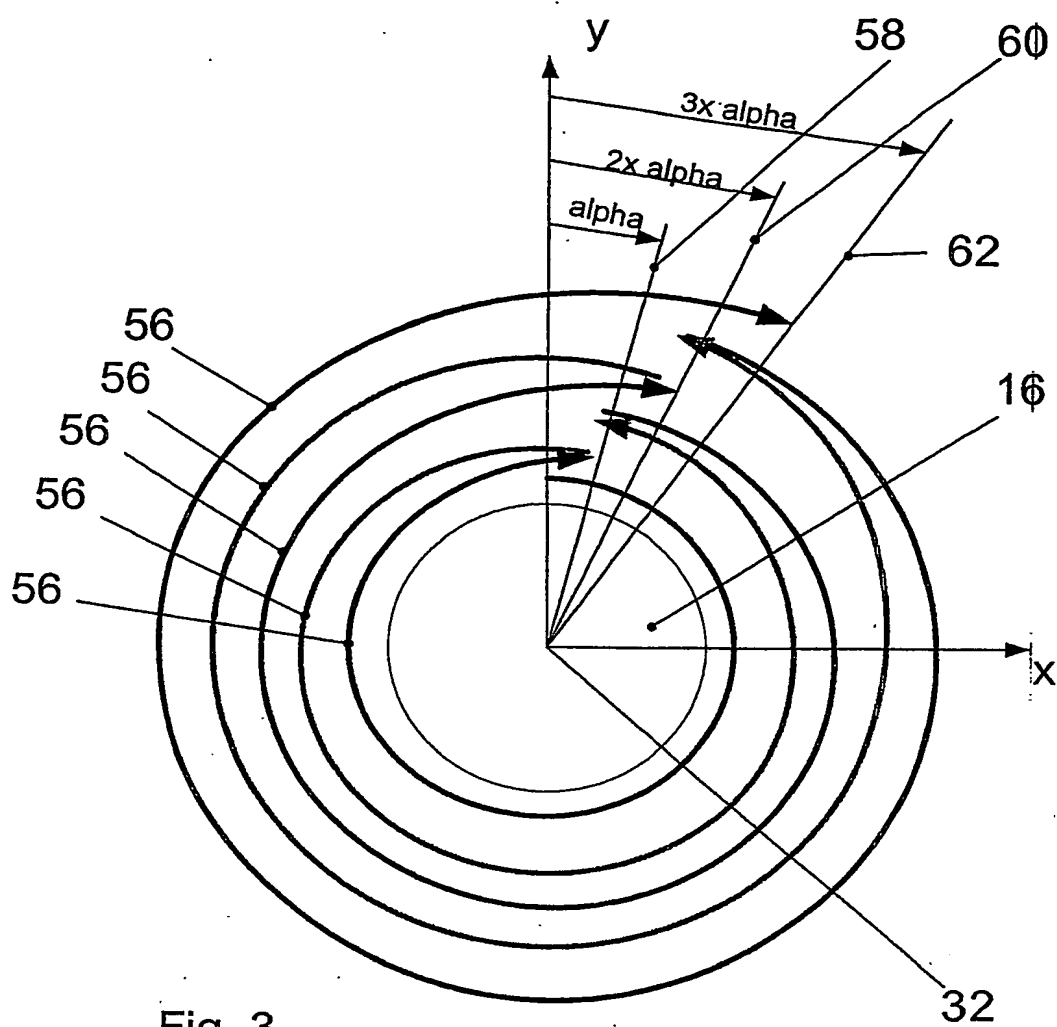


Fig. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/11966

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01F41/12 H01F27/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01F H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 841 526 A (ODAWARA AUTOMATION INC) 13 May 1998 (1998-05-13) column 1, lines 3-6 column 6, lines 12-58; figures 1,2 column 10, line 32 - column 11, line 11	1,8,9
X	DE 39 16 619 A (GOTTLLOB THUMM GMBH) 29 November 1990 (1990-11-29) column 4, line 47 - column 5, line 18 column 6, lines 34-51; figure 1 column 9, lines 7-12,31-42	1,3,8,9
Y	GB 678 936 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC INT CO) 10 September 1952 (1952-09-10) page 8, lines 65-99	1,3,8,9
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 March 2004

Date of mailing of the international search report

09/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reder, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/11966

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0050, no. 55 (E-052), 16 April 1981 (1981-04-16) & JP 56 007422 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 26 January 1981 (1981-01-26) abstract	1,8
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0050, no. 11 (E-042), 23 January 1981 (1981-01-23) -& JP 55 140218 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 1 November 1980 (1980-11-01) abstract; figures 3,4	1,3,8,9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0051, no. 97 (E-086), 15 December 1981 (1981-12-15) & JP 56 118318 A (TOSHIBA CORP), 17 September 1981 (1981-09-17) abstract	1,8
A	DE 17 64 052 A (WILDING GERARD EDWARD) 3 February 1972 (1972-02-03) page 6, line 1 - page 7, line 18 page 10, line 18 - page 11, line 2	1,8
A	US 3 456 615 A (ZANDER HEINZ-JURGEN ET AL) 22 July 1969 (1969-07-22) column 1, line 57 - column 2, line 28 column 4, lines 57-67	1,8
A	US 3 782 325 A (JOHNSON L ET AL) 1 January 1974 (1974-01-01) column 2, lines 12-27 column 3, lines 8-15	1,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 10, 31 October 1997 (1997-10-31) & JP 9 148171 A (TOYOTA MOTOR CORP), 6 June 1997 (1997-06-06) abstract	1,8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/11966

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0841526	A	13-05-1998	EP 0841526 A2 US 5990450 A	13-05-1998 23-11-1999
DE 3916619	A	29-11-1990	DE 3916619 A1 DE 3943697 C2	29-11-1990 07-07-1994
GB 678936	A	10-09-1952	NONE	
JP 56007422	A	26-01-1981	NONE	
JP 55140218	A	01-11-1980	NONE	
JP 56118318	A	17-09-1981	NONE	
DE 1764052	A	03-02-1972	DE 1764052 A1 GB 1208447 A	03-02-1972 14-10-1970
US 3456615	A	22-07-1969	DE 1212204 B CH 443467 A GB 1105310 A	10-03-1966 15-09-1967 06-03-1968
US 3782325	A	01-01-1974	NONE	
JP 9148171	A	06-06-1997	NONE	

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Patenzzichen

PCT/EP 03/11966

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01F41/12 H01F27/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01F H02K

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 841 526 A (ODAWARA AUTOMATION INC) 13. Mai 1998 (1998-05-13) Spalte 1, Zeilen 3-6 Spalte 6, Zeilen 12-58; Abbildungen 1,2 Spalte 10, Zeile 32 - Spalte 11, Zeile 11	1,8,9
X	DE 39 16 619 A (GOTTLÖB THUMM GMBH) 29. November 1990 (1990-11-29) Spalte 4, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 18 Spalte 6, Zeilen 34-51; Abbildung 1 Spalte 9, Zeilen 7-12,31-42	1,3,8,9
Y	GB 678 936 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC INT CO) 10. September 1952 (1952-09-10) Seite 8, Zeilen 65-99	1,3,8,9
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. März 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Reder, M



## INTERNATIONALER FORSCHENBERICHT

Internationales Patenzeichen

PCT/EP 03/11966

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0050, Nr. 55 (E-052), 16. April 1981 (1981-04-16) & JP 56 007422 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 26. Januar 1981 (1981-01-26) Zusammenfassung	1,8
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0050, Nr. 11 (E-042), 23. Januar 1981 (1981-01-23) -& JP 55 140218 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 1. November 1980 (1980-11-01) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4	1,3,8,9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0051, Nr. 97 (E-086), 15. Dezember 1981 (1981-12-15) & JP 56 118318 A (TOSHIBA CORP), 17. September 1981 (1981-09-17) Zusammenfassung	1,8
A	DE 17 64 052 A (WILDING GERARD EDWARD) 3. Februar 1972 (1972-02-03) Seite 6, Zeile 1 - Seite 7, Zeile 18 Seite 10, Zeile 18 - Seite 11, Zeile 2	1,8
A	US 3 456 615 A (ZANDER HEINZ-JURGEN ET AL) 22. Juli 1969 (1969-07-22) Spalte 1, Zeile 57 - Spalte 2, Zeile 28 Spalte 4, Zeilen 57-67	1,8
A	US 3 782 325 A (JOHNSON L ET AL) 1. Januar 1974 (1974-01-01) Spalte 2, Zeilen 12-27 Spalte 3, Zeilen 8-15	1,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 10, 31. Oktober 1997 (1997-10-31) & JP 9 148171 A (TOYOTA MOTOR CORP), 6. Juni 1997 (1997-06-06) Zusammenfassung	1,8

# INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Abzeichen

PCT/EP 03/11966

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0841526 A	13-05-1998	EP 0841526 A2	13-05-1998
		US 5990450 A	23-11-1999
DE 3916619 A	29-11-1990	DE 3916619 A1	29-11-1990
		DE 3943697 C2	07-07-1994
GB 678936 A	10-09-1952	KEINE	
JP 56007422 A	26-01-1981	KEINE	
JP 55140218 A	01-11-1980	KEINE	
JP 56118318 A	17-09-1981	KEINE	
DE 1764052 A	03-02-1972	DE 1764052 A1	03-02-1972
		GB 1208447 A	14-10-1970
US 3456615 A	22-07-1969	DE 1212204 B	10-03-1966
		CH 443467 A	15-09-1967
		GB 1105310 A	06-03-1968
US 3782325 A	01-01-1974	KEINE	
JP 9148171 A	06-06-1997	KEINE	